

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ

УДК 662.76

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОЧНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАРОВОЗДУШНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDIES OF ENTRAINED-FLOW HIGH-TEMPERATURE STEAM-AIR-BLOWN COAL GASIFICATION

Абаимов Н. А.¹, Бурдуков А. П.², Бутаков Е. Б.², Рыжков А. Ф.¹

¹Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, nick.sum41@mail.ru

²Институт теплофизики СО РАН им. С.С. Кутателадзе, г. Новосибирск

Abaimov N. A.¹, Burdukov A. P.², Butakov E. B.², Ryzhkov A. F.¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg

²Kutateladze Institute of Thermophysics SB RAS, Novosibirsk

Аннотация: В работе рассмотрен способ повышения энергоэффективности угольных электростанций с использованием технологии газификации угля. Проанализирован процесс поточной высокотемпературной паровоздушной газификации угля в экспериментальном лабораторном газификаторе. С помощью CFD метода исследованы процессы, происходящие в лабораторной установке.

Abstract: The paper considers a method for increasing the energy efficiency of coal power plants using coal gasification technology. The entrained-flow high-temperature steam-air-blown coal gasification in an experimental laboratory gasifier is studied. Using CFD-method the processes taking place in a laboratory unit are investigated.

Ключевые слова: эксперимент; моделирование; вычислительная гидродинамика; поточный газификатор; газификация; твердое топливо; уголь.

Key words: experiment; modeling; CFD; entrained-flow gasifier; gasification; solid fuels; coal.

В настоящее время вопросы повышения энергоэффективности угольных электростанций с использованием технологии газификации угля находят все больший интерес среди исследователей. Поточный газификатор является основным узлом таких станций - парогазовых установок с внутрицикловой

газификацией (ПГУ-ВЦГ), так как во многом определяет режим работы газотурбинной установки (ГТУ). Эффективность работы ГТУ определяется соотношением работы сжатия и расширения. Газогенератор оказывает двойственное влияние на работу ГТУ. С одной стороны, повышение теплоты сгорания синтез-газа приводит к увеличению расхода воздуха и, соответственно, работы его сжатия при постоянном расходе рабочего тела, с другой стороны, изменение состава синтез-газа приводит к коррекции теплофизических свойств рабочего тела, определяющих работу расширения. Наиболее целесообразно корректировать состав газа за счет изменения режима конверсии твердого топлива в воздушном поточном газификаторе. Подача пара в верхнюю часть (зону газификации) повышает содержание H_2 в синтез-газе и частично вытесняет подаваемый на горение уголь, что приводит к снижению выхода СО при восполнении необходимой для поддержания заданного уровня температур теплоты за счет подачи горячего воздуха. Последние годы комплексный подход, включающий в себя как экспериментальные исследования разного масштаба, так и численное моделирование, стал основным среди лидеров отрасли.

Целью работы является получение новых фундаментальных знаний о высокотемпературном процессе термохимической конверсии твердого топлива в паровоздушной среде для разработки перспективного высокоэффективного газификатора парогазовой установки с внутрицикловой газификацией.

Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи:

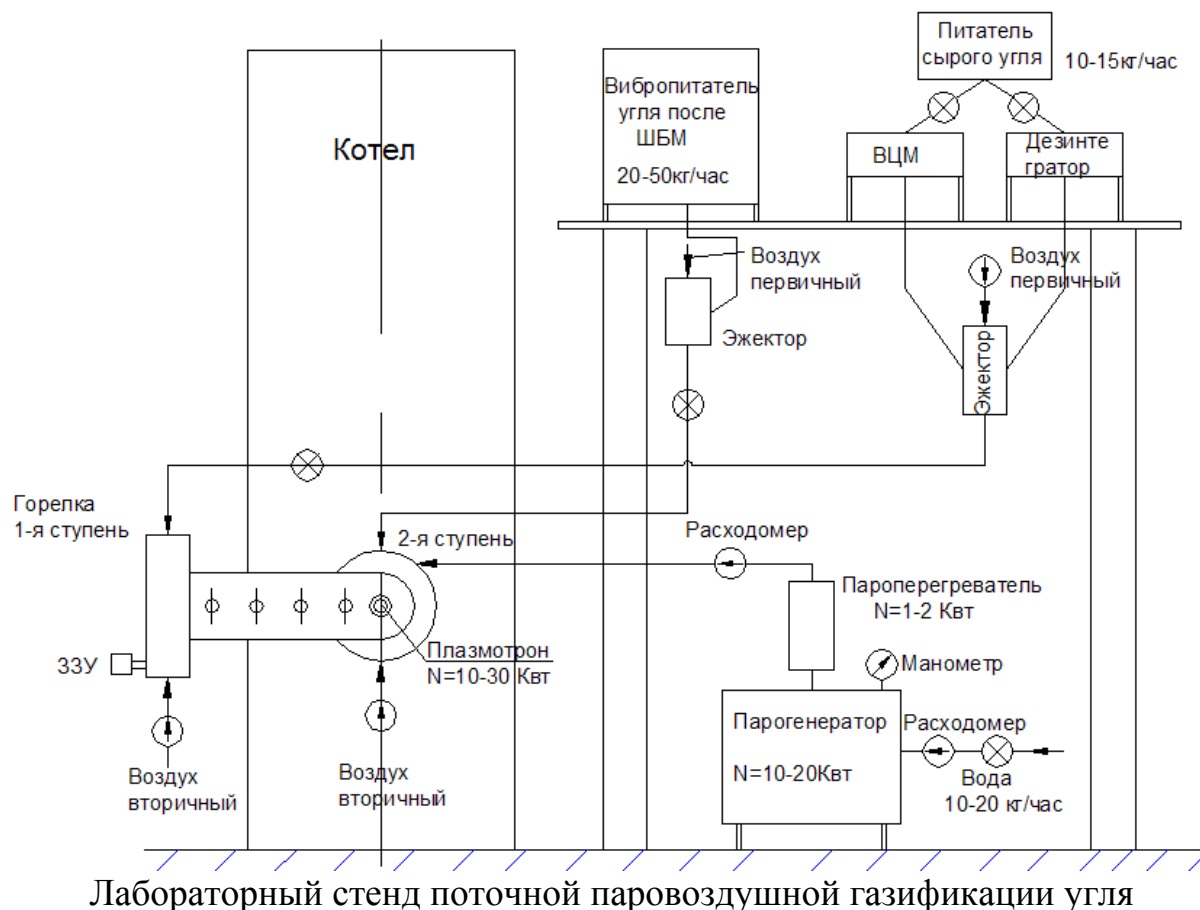
1) Экспериментальные исследования высокотемпературной паровоздушной газификации угля в лабораторном поточном реакторе.

2) Численное исследование высокотемпературной паровоздушной газификации угля в поточном реакторе для анализа особенностей его работы и путей возможной модернизации.

3) Выработка механизмов управления термохимическими процессами газификации, позволяющих корректировать состав синтез-газа в сторону увеличения доли водорода при сохранении химического КПД на конкурентоспособном уровне.

Экспериментальная часть исследования выполнена на лабораторном поточном реакторе (рисунок). В схеме установки предусмотрено двухступенчатое горелочное устройство. Для организации транспорта топлива к горелочному устройству с регулируемой концентрацией окислителя используются воздушные эжектора. При паровоздушной газификации водяной пар с температурой 120-250 °С подается в камеру смешения перед второй ступенью горелочного устройства. Расход пара подобран в процессе наладочных испытаний и регулируется с помощью изменения подачи воды через парогенератор. Температура и состав газов по длине установки контролируются термопарами и многокомпонентным газоанализатором (CO , CO_2 , H_2 , CH_4 , O_2), соответственно. Угольная пыль из мельницы подается на вход первой ступени горелочного устройства, пылевоздушный поток закручивается и воспламеняется с помощью запального устройства, встроенного в улиточный завихритель.

Реакционная смесь далее подается в камеру реагирования, где происходит образование высокореакционной двухкомпонентной смеси продуктов реагирования и угля. Далее смесь подается на улиточный вход второй ступени горелочного устройства, поджигая уголь, подаваемый в улиточный завихритель второй ступени. Смесь поступает в реакционную камеру, а затем в камеру дожигания (котел-утилизатор). При работе в режиме газификации пар подается во вторую ступень.



Численная часть выполнена с использованием метода вычислительной гидродинамики (CFD). Суть метода основана на определении характеристик потоковых процессов с использованием основных уравнений гидродинамики: неразрывности, сохранения энергии и импульса, равновесия сил, переноса компонентов среды, движения дискретной фазы и т.д. При рассмотрении газификации твердого топлива гидродинамика осложняется ТХП, за моделирование которых отвечает соответствующая подмодель, приведенная в [1]. При моделировании использованы константы подмодели ТХП для проектного угля, полученные методом термогравиметрического анализа (ТГА).

В результате проведения исследования получены следующие результаты:

1) Экспериментальные данные по высокотемпературной паровоздушной газификации угля в лабораторном поточном реакторе при работе в различных режимах.

2) Проанализированная численная модель высокотемпературной паровоздушной газификации угля в поточном реакторе на основе верифицированной подмодели ТХП.

3) Механизмы управления термохимическими процессами газификации, позволяющие корректировать состав синтез-газа в сторону увеличения доли водорода при сохранении химического КПД на конкурентоспособном уровне.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-38-50188.

Список использованных источников

1. Абаимов Н.А., Рыжков А.Ф. Разработка модели поточной газификации угля и отработка аэродинамических механизмов воздействия на работу газогенераторов // Теплоэнергетика. 2015. № 11. С. 3-8.

УДК 621.78.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НАСЫПНЫХ САДОК В ПРОЦЕССЕ ТЕРМООБРАБОТКИ

EXPERIMENTAL STUDY OF COOLING BULK BATCHES IN HEAT TREATMENT PROCESS

Акимова М. А., Перевезенцев Г. А., Колибаба О. Б.
Ивановский государственный энергетический университет, г. Иваново,
tevp@tvp.ispu.ru

Akimova M. A., Perevezentcev G. A., Kolibaba O. B.
Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo

Аннотация: В работе рассматриваются процессы охлаждения насыпных садов после их нагрева в термических печах. Дано описание эксперимента по охлаждению насыпной садки в различных условиях. Приведены графики температурных полей садов при различных способах охлаждения.

Abstract: This paper deals with processes of cooling the bulk batches after heating in the thermal furnaces. The description of the experiment cooling bulk batches in different conditions is given. The graphs of the temperature fields of bulk batches for different methods of cooling are presented.

Ключевые слова: термическая печь; насыпная садка; температурное поле; охлаждение.

Key words: thermal furnaces; bulk batches; temperature field; cooling.